

# PEMETAAN SATUAN GEOMORFOLOGI DAERAH KOTAAGUNG PROPINSI LAMPUNG BERDASARKAN INTERPRETASI CITRA SYNTHETIC APERTURE RADAR (SAR)

Soetoto\*

## ABSTRACT

*Kotaagung area Lampung Province was selected as investigation area to study the use of SAR image in geomorphologic mapping.*

*Based on the results of the visual SAR image interpretation it was found that in the investigation area there were 3 geomorphologic units and 28 geomorphologic sub units in which the forming of the landforms were influenced by tectonic, volcanic, and fluvial processes.*

*SAR image analysis was useful in identifying and delineating geomorphologic units and sub units in the investigation area.*

*SAR image particularly helpful for regional geomorphologic mapping in area of high relief, dense vegetation, cloudy and which are difficult to be visited directly.*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang Penelitian

Citra SAR (*Synthetic Aperture Radar*) adalah salah satu jenis citra penginderaan jauh yang pencitraannya dilakukan dengan menggunakan gelombang radar yang dipancarkan melalui antena sistem SAR yang dipasang pada pesawat terbang, *shuttle*, atau satelit. Gelombang radar yang dipancarkan ke permukaan bumi mampu menembus awan, kabut, hujan, vegetasi, aluvium kering dan es gletser (Posehn, 1991).

Daerah penelitian sebagian besar merupakan daerah bermedan berat karena di samping berelief tinggi juga berhutan lebat sehingga sulit didatangi secara langsung. Selain itu atmosfer di daerah penelitian sering berawan dan kadang-kadang berasap akibat kebakaran hutan.

Dengan demikian maka citra SAR memberikan citra permukaan bumi daerah penelitian yang berkualitas paling baik dibandingkan dengan citra foto udara, citra Landsat dan citra SPOT yang pencitraannya menggunakan gelombang tampak mata, bagian-bagiannya atau perluasannya yang tidak mampu menembus awan, kabut, hujan apalagi vegetasi.

Semua hal tersebut di atas telah menimbulkan minat penulis untuk melakukan penelitian dengan menggunakan citra SAR.

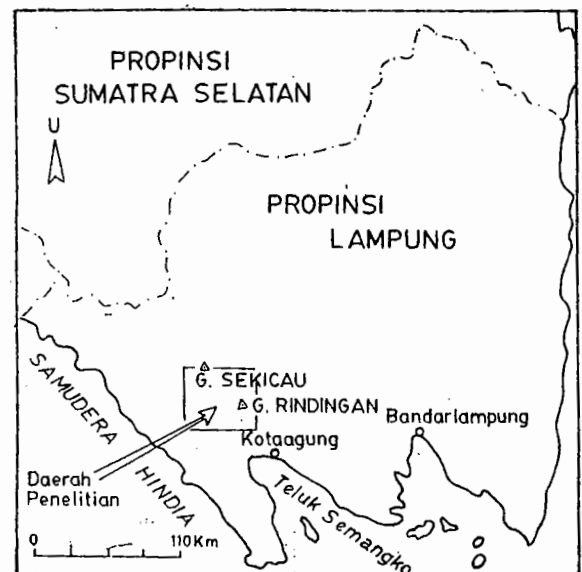
### Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah mengetahui keadaan geomorfologi daerah penelitian terutama macam dan

persebaran satuan geomorfologi dan proses yang telah menyebabkan masing-masing satuan geomorfologi itu terbentuk. Di samping itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui manfaat citra SAR sebagai sarana pengumpul data dan pemberi informasi geomorfologi daerah penelitian.

### Lokasi Daerah Penelitian

Lokasi daerah penelitian berada di daerah Kotaaagung Kabupaten Lampung Selatan, Propinsi Lampung (Gamb. 1).



Gambar 1 : Peta penunjuk lokasi daerah penelitian

\* Ir. Soetoto, S.U., Dosen Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik UGM

## TINJAUAN PUSTAKA

Katili (1980) menyebutkan bahwa di Sumatera terdapat zone sesar yang panjangnya 1650 km, mulai dari Aceh sampai ke Teluk Semangko dengan arah baratlaut - tenggara. Struktur graben sepanjang Pulau Sumatera mungkin telah terbentuk selama orogenesis Kapur Tengah sebagai hasil gaya tensional pada puncak geantiklin dan berlanjut pada zaman Tersier, mungkin berhubungan dengan fase perlipatan Intra-Miosen. Pergerakan horisontal yang bermula pada Pleistosen Bawah mempengaruhi sistem lipatan Mesozoik dan Miosen serta struktur graben yang sudah ada. Erupsi gunungapi paroksismal pada zone sesar telah membuat kenampakan fisiografik Sesar Sumatra menjadi lebih kompleks.

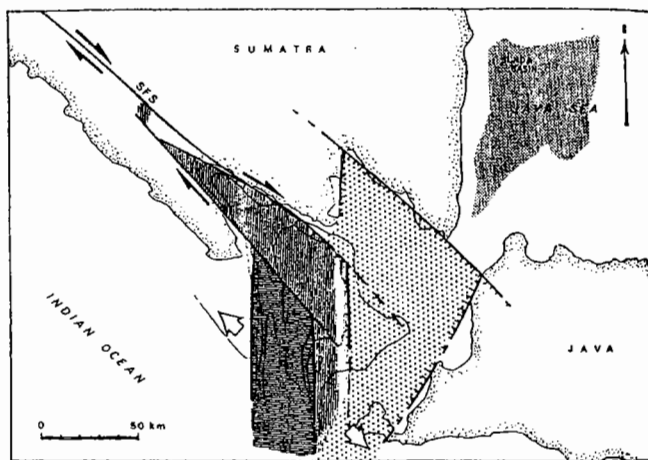
MacDonald (dalam Siegal dan Gillespie, 1980) menyebutkan bahwa unsur dasar interpretasi citra seperti tekstur, pola dan bentuk bayangan radar dapat digunakan untuk delineasi satuan bentuklahan.

Zuidam (1983) menyebutkan bahwa berdasarkan atas morfogenesisnya, bentuk lahan dapat diklasifikasikan menjadi bentuklahan : denudasional, struktural denudasional, vulkanik denudasional, fluvial, marin, karst, glasial dan periglasial serta aeolian.

Amin dkk. (1988) melakukan penelitian geologi di daerah Kotaagung Lampung berdasarkan interpretasi citra Landsat, foto udara dan pengkajian lapangan. Penelitian mereka menghasilkan Peta Geologi Lembar Kotaagung, Sumatera berskala 1 : 250.000 beserta buku laporan geologinya. Di daerah penelitian mereka terdapat batuan berumur Pra-Tersier (1 formasi batuan metamorf, 1 formasi batuan sedimen dan 1 satuan batuan beku terobosan), Tersier (6 formasi batuan sedimen, 4 formasi batuan gunungapi dan 4 satuan batuan beku terobosan), dan Kuartar (2 formasi batuan sedimen, 5 formasi batuan gunungapi dan 2 satuan batuan endapan permukaan berupa aluvium dan batugamping koral). Satuan morfologi yang terdapat di daerah penelitian mereka adalah dataran rendah, perbukitan menggelombang, dataran tinggi, pegunungan dan kerucut gunungapi. Struktur geologi yang terdapat di Lembar Kotaagung adalah sesar, lipatan, kekar dan kelurusan.

Pramumijoyo dan Sebrier (1990) melakukan penelitian mengenai kinematika sesar Neogen dan Kuartar di sekitar daerah Selat Sunda. Mereka berkesimpulan bahwa pada sesar-sesar di sekitar daerah Selat Sunda terlihat ada dua kinematika sesar utama yaitu : pergerakan sesar jurus-geser menganan

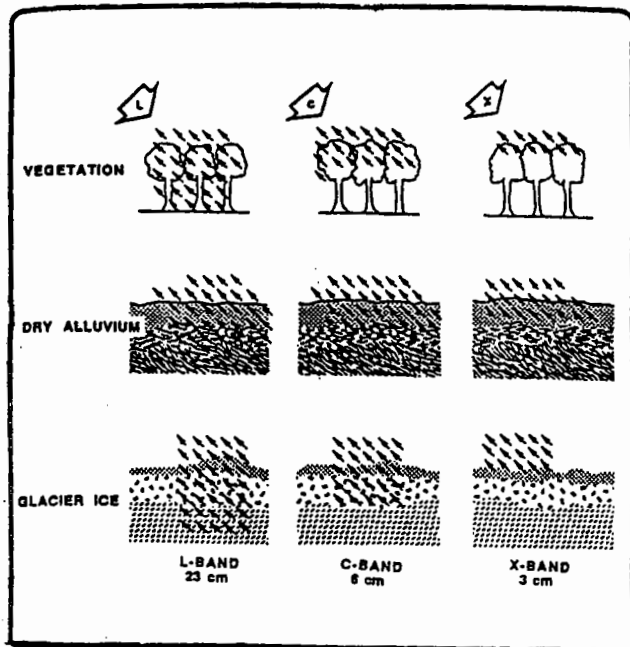
(*dextral strike-slip fault movement*) dan pergerakan normal. Deformasi jurus geser terdapat pada batuan Miosen atau yang lebih tua, sedangkan formasi-formasi Pliosen dan yang lebih muda hanya dipengaruhi oleh penyesaran normal (Gamb. 2). Evolusi geologi sesar-sesar dekat wilayah Selat Sunda menunjukkan bahwa pergeseran dekstral pada Sistem Sesar Sumatra mulai selama masa Miosen Tengah dan pergeseran normal telah terjadi di Selat Sunda sejak 5 juta tahun yang lalu. Tektonik ekstensional ini muncul untuk mengontrol batimetri Selat Sunda yang istimewa itu.



Gambar 2 : Sketsa struktural daerah Selat Sunda

Daerah bergaris : *Subsidence* dikontrol oleh graben-graben Sunda bagian barat yang mengakomodasi pergeseran menganan Sistem Sesar Sumatra. Daerah berbintik : *Subsidence* dikontrol oleh sistem sesar normal Selat Sunda bagian timur, akibat pengaruh pembukaan Selat Sunda bagian barat. Tanda panah besar : arah pergeseran blok (Pramumijoyo dan Sebrier, 1990).

Posehn (1991) menyebutkan bahwa citra radar sangat baik digunakan untuk penelitian geologi (termasuk geomorfologi) karena citra radar memperlihatkan kenampakan permukaan bumi yang amat baik. Hal ini disebabkan oleh sifat gelombang radar yang digunakan untuk pencitraan seperti band-X ( $\lambda = 3$  cm) mampu menembus awan, kabut, dan hujan; band-C ( $\lambda = 6$  cm) mampu menembus awan, kabut, hujan, dan vegetasi; dan band-L ( $\lambda = 23$  cm) mampu menembus awan, kabut, hujan, vegetasi, aluvium kering dan es gletser (Gamb.3).



Gambar 3 : Kemampuan berbagai gelombang radar (band-X, band-C dan band-L) dalam menembus vegetasi, aluvium kering dan es gletser (Posehn, 1991).

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode interpretasi citra SAR secara manual dan visual, berdasarkan atas kenampakan karakteristik citra yaitu rona, tekstur, bentuk, pola, ukuran, bayangan, letak, asosiasi, relief dan pola penyaluran.

Citra SAR yang digunakan adalah citra SAR berskala 1 : 200.000, hitam putih (Gamb. 4).

Klasifikasi yang digunakan untuk membuat peta satuan geomorfologi tentatif adalah klasifikasi Zuidam (1983) yang mendasarkan pada morfogenesis. Klasifikasi ini baik digunakan untuk membuat peta geomorfologi semi rinci yaitu yang berskala 1 : 100.000 hingga 1 : 250.000 dan meliputi daerah yang cukup luas.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan interpretasi citra SAR dan klasifikasi Zuidam (1983) dengan sedikit penyederhanaan dan perubahan pada angka indeks kode sub-satuan geomorfologi, di daerah penelitian terdapat 3 satuan geomorfologi yaitu : 1) Satuan Bentuklahan

Fluvial, 2) Satuan Bentuklahan Vulkanik dan 3) Satuan Bentuklahan Struktural (Gamb. 5).

### Satuan Bentuklahan Fluvial (F)

Satuan ini amat jelas dan amat mudah dibedakan dari satuan lain atas dasar kenampakan morfografinya datar, teksturnya halus dengan rona cerah hingga abu-abu cerah dan dilewati oleh sungai berpola dendritik.

Satuan ini masih dapat dibagi lagi menjadi 3 sub-satuan yaitu : a) sub-satuan tubuh sungai, b) sub-satuan danau dan c) sub-satuan dataran banjir.

#### a. Sub-satuan tubuh sungai (F1)

Sub-satuan ini dapat didelineasi atas dasar ronanya yang cerah (sungai kering) dan yang gelap (sungai berair) dengan bentuk berkelok-kelok dan berpola dendritik

#### b. Sub-satuan danau (F2)

Sub-satuan ini tampak berupa blok berona gelap, bertekstur halus, dibatasi oleh garis relatif melingkar.

#### c. Sub-satuan dataran banjir (F3)

Sub-satuan ini morfografinya datar, berona abu-abu cerah, bertekstur halus, letaknya di sebelah kiri dan kanan sungai.

### Satuan Bentuklahan Vulkanik (V)

Satuan ini sangat mudah dibedakan dari satuan lain atas dasar kenampakan khas: a) sub-satuan kawah, b) sub-satuan kerucut gunungapi, c) sub-satuan kakilereng gunungapi.

#### a. Sub-satuan kawah (V1)

Sub-satuan ini amat mudah dikenali dan didelineasi dari kenampakan depresi membundar di bagian puncak, dengan tebing terjal dan bentuk dasar kawah rata, rona abu-abu hingga abu-abu cerah, tekstur halus hingga sedang.

#### b. Sub-satuan kerucut gunungapi (V2)

Sub-satuan ini sangat mudah dikenali dan delineasi dari bentuknya yang mengerucut, batas persebarannya melingkar, terdapat pola penyaluran radial, kemiringan lereng lebih curam daripada kemiringan lereng kakilereng gunungapi.



Gambar 4 : Citra SAR daerah penelitian skala 1 : 200.000 (hasil fotokopi diperkecil dari skala asli 1 : 100.000)

#### c. Sub-satuan kakilereng gunungapi (V3)

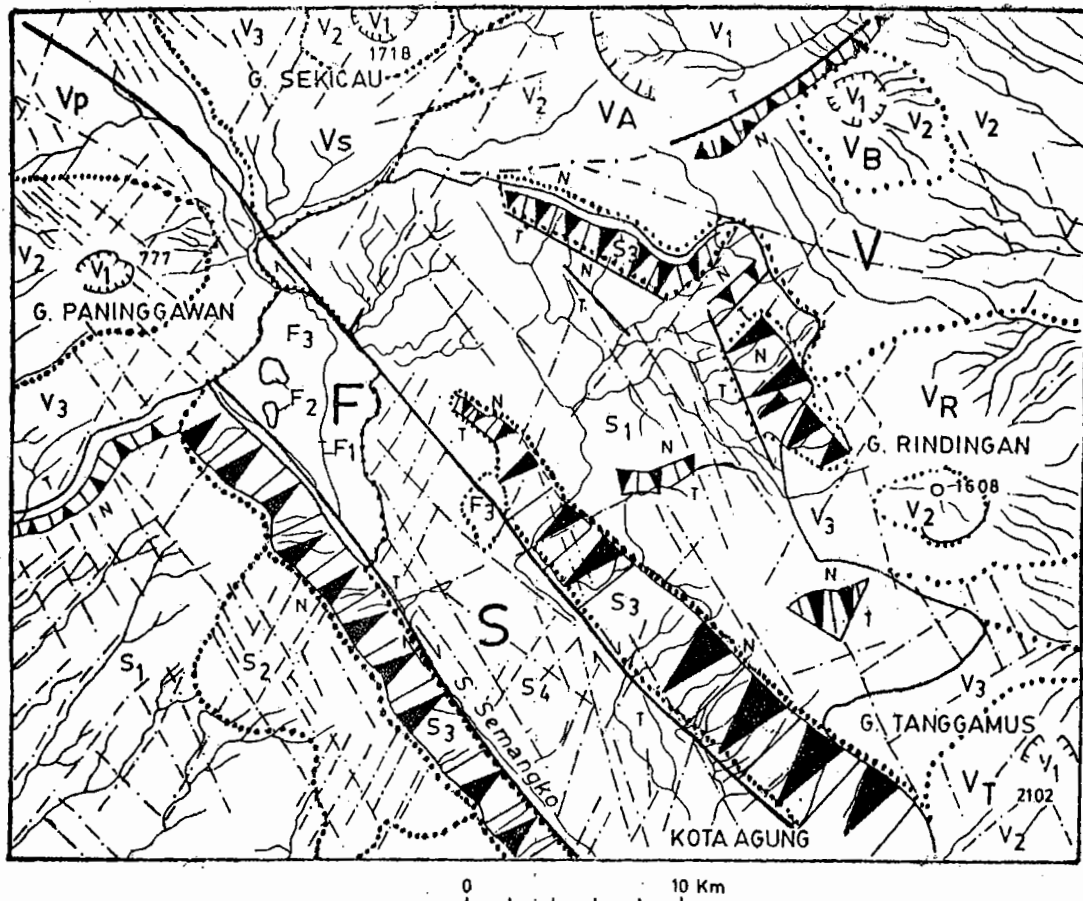
Sub-satuan ini mudah dikenali dan didelineasi karena letaknya pada kakilereng gunungapi, berasosiasi dengan kerucut gunungapi dan berpola penyaluran radial.

Berdasarkan atas sumber erupsinya, Satuan Bentuklahan Vulkanik dapat diklasifikasikan lagi menjadi satuan bentuklahan hasil erupsi : 1) Gunung Paninggawan (VP), 2) Gunung Sekicau (VS), 3) Gunung A (VA), 4) Gunung B (VB), 5) Gunung Rindingan (VR) dan 6) Gunung Tanggamus (VT).

Batas persebaran masing-masing satuan tampak jelas hingga amat jelas.

#### Satuan Bentuklahan Struktural

Satuan ini dikontrol oleh struktur geologi kekar, sesar dan tubuh batuan beku intrusif. Satuan ini dapat dibagi lagi menjadi empat sub-satuan yaitu : a) sub-satuan bentuklahan terkontrol kekar dan sesar, b) sub-satuan tubuh batuan beku intrusif, c) sub-satuan gawir terkontrol sesar dan 4) sub-satuan depresi graben.



KETERANGAN GAMBAR :

**[F] SATUAN BENTUKLAHAN FLUVIAL**

- [F<sub>1</sub>]** Sub-satuan tubuh sungai
- [F<sub>2</sub>]** Sub-satuan danau
- [F<sub>3</sub>]** Sub-satuan dataran banjir

**[V] SATUAN BENTUKLAHAN VOLKANIK**

- [V<sub>p</sub>]** Hasil erupsi Gunung Paninggawan
- [V<sub>s</sub>]** Hasil erupsi Gunung Sekicau
- [V<sub>a</sub>]** Hasil erupsi Gunung A
- [V<sub>b</sub>]** Hasil erupsi Gunung B
- [V<sub>r</sub>]** Hasil erupsi Gunung Rindingan
- [V<sub>t</sub>]** Hasil erupsi Gunung Tanggamus
- [V<sub>1</sub>]** Sub-satuan Kawah
- [V<sub>2</sub>]** Sub-satuan kerucut gunungapi
- [V<sub>3</sub>]** Sub-satuan kakilereng gunungapi

**[S] SATUAN BENTUKLAHAN STRUKTURAL**

- [S<sub>1</sub>]** Sub-satuan bentuklahan terkontrol kekar dan sesar
- [S<sub>2</sub>]** Sub-satuan tubuh batuan beku intrusif
- [S<sub>3</sub>]** Sub-satuan gawir terkontrol sesar
- [S<sub>4</sub>]** Sub-satuan depresi graben

- : Batas satuan bentuklahan
- : Batas sub-satuan bentuklahan
- : Tubuh gunungapi
- : Kelurusan kekar atau sesar
- : Gawir terkontrol sesar normal  
N: Bagian yang naik  
T: Bagian yang turun
- : Sesar jurus-geser mengangan
- : Sungai

Gambar 5 : Peta satuan geomorfologi tentatif hasil interpretasi dari Gambar 4.



a. Sub-satuan bentuklahan terkontrol kekar dan sesar (S1)

Pada sub-satuan ini tampak jelas kelurusan-kelurusan berona gelap, berdimensi hampir sama dan berpola sistematis saling berpotongan yang ditafsirkan sebagai kekar. Di bagian tengah daerah penelitian, selain kekar terdapat pula sesar-sesar normal yang umumnya membentuk sesar tangga berarah baratlaut-tenggara dan timurlaut-baratdaya. Pola penyaluran yang tampak pada sub-satuan ini adalah subdendritik, *rectangular*, dan *subdendritic-parallel*. Pada citra SAR, satuan ini tampak berona abu-abu cerah, setempat-setempat *scrabbled*, dengan tekstur sedang-kasar.

b. Sub-satuan tubuh batuan beku intrusif (S2)

Sub-satuan ini berona *mottled*, berstruktur sedang-kasar, dengan batas persebaran relatif melingkar. Rona *mottled* ini mungkin disebabkan oleh topografi berbukit akibat dari pengaruh struktur kekar berpola sistematis yang saling berpotongan. Berdasarkan peta geologi Lembar Kotaagung (Amin dkk., 1988) diketahui sub satuan ini terdiri dari batuan beku granit.

c. Sub-satuan gawir terkontrol sesar (S3)

Sub-satuan ini sangat jelas tampak pada citra SAR berupa gawir relatif lurus berona cerah pada bagian *high-light (layover)* dan berona gelap pada bagian bayangan (*shadow*), bertekstur sedang, berpola penyaluran paralel.

d. Sub-satuan depresi graben (S4)

Sub-satuan ini sangat jelas tampak berupa daerah depresi dengan morfografi dasar relatif datar, dibatasi oleh dua gawir terkontrol sesar, berona abu-abu cerah, bertekstur sedang. Di bagian tengah tampak pola penyaluran sub-dendritik.

Di bagian baratlaut daerah penelitian, Graben Semangko tertutup oleh tubuh Gunungapi Paninggawan. Pada semua bentuk lahan vulkanik dan dasar Graben Semangko terdapat kelurusan-kelurusan kekar dan sesar dengan pola yang mirip. Sebagian bentuklahan vulkanik berubah menjadi bentuklahan struktural akibat kekar dan sesar tersebut. Berdasarkan Hukum *Cross-cutting Relationship* dapat ditentukan bahwa Graben Semangko lebih tua daripada Gunungapi Paninggawan, sedangkan kekar dan sesar berumur lebih muda daripada Graben Semangko dan Satuan Bentuklahan Vulkanik. Di sebelah utara jalur-jalur sesar yang membatasi Graben Semangko terdapat segmen-segmen sungai atau lembah yang meliuk ke arah tenggara yang memberi kesan telah terjadi pergeseran sesar jurus-geser mengangan pada sesar-sesar pembatas Graben Semangko. Menurut Amin dkk. (1988), batuan penyusun bentuklahan vulkanik berumur Kuartar. Dengan demikian dapat ditafsirkan bahwa paling sedikit telah terjadi dua kali

kegiatan tektonik di daerah penelitian, yaitu sebelum Kuartar dan pada zaman Kuartar.

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian tersebut di atas dapat disimpulkan:

1. Di daerah penelitian terdapat 3 satuan geomorfologi dan 28 sub-satuan geomorfologi yang pembentukannya dipengaruhi oleh proses tektonik, vulkanik dan fluvial.
2. Di daerah penelitian paling sedikit telah terjadi dua kali kegiatan tektonik. Kegiatan tektonik pertama yang menghasilkan Graben Semangko terjadi sebelum zaman Kuartar, dan kegiatan tektonik kedua terjadi pada zaman Kuartar setelah pembentukan gunungapi Kuartar, menghasilkan struktur kekar dan sesar normal (yang bukan pembatas Graben Semangko), serta sesar jurus-geser mengangan pada sesar-sesar besar pembatas Graben Semangko.
3. Macam dan persebaran satuan dan sub-satuan geomorfologi, macam dan persebaran struktur geologi, mudah hingga amat mudah dikenali dan didelineasi pada citra SAR.
4. Citra SAR amat membantu dalam pemetaan geomorfologi dan struktur geologi semi rinci daerah-daerah berelief tinggi dan berhutan lebat, dengan demikian maka penelitian geologi dengan interpretasi citra SAR perlu dilakukan dan dikembangkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amin, T.C., Santosa, S. dan Gunawan, W., 1988 : *Laporan Geologi Lembar Kotaagung, Sumatra*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Katili, J.A., 1980 : *Geotectonics of Indonesia a Modern View*, the Directorate General of Mines, Jakarta, Indonesia.
- MacDonald, H.C., 1980 : *Techniques and Applications of Imaging Radars*, in *Remote Sensing in Geology*, edited by B.S. Siegal and A.R. Gillespie, 1980, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Posehn, G., 1991 : *Synthetic Aperture Radar Technology for Petroleum Exploration*, Intera Information Technologies (Canada) Ltd., Calgary, Alberta, Canada.
- Pramumijoyo, S., and Sebrier, M., 1990 : Neogene and Quaternary Fault Kinematics Around the Sunda Strait Area, Indonesia, *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, Vol.6, No. 2, pp. 137-145.
- Zuidam, R.A. van, 1983 : *Guide to Geomorphologic Aerial Photographic Interpretation and Mapping*, ITC, Enschede the Netherlands.